

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-311337

(43)Date of publication of application : 28.11.1995

(51)Int.Cl.

G02B 13/00

G02B 13/18

G11B 7/135

(21)Application number : 06-161015

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 13.07.1994

(72)Inventor : MARUYAMA KOICHI
KAMIKUBO JUNJI

(30)Priority

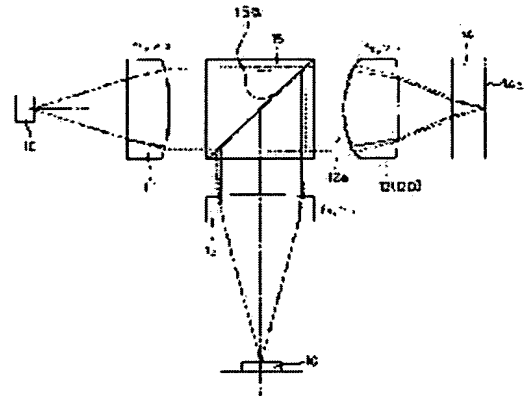
Priority number : 06 53776 Priority date : 24.03.1994 Priority country : JP

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To remove the chromatic aberration of an optical recording and reproducing device with a simple constitution of the device by composing a collimator lens of a single lens and compensating the chromatic aberration of an objective lens.

CONSTITUTION: A collimator lens 11 is composed of a single lens. An objective lens 12 is subjected to the chromatic aberration compensation so that the synthesized chromatic aberration with the collimator lens 11 composed of a single lens is canceled and its backfocus when it is alone is made shorter as the wavelength increases. Namely, when the collimator lens 11 is adjusted so as to transmit a parallel light beam with the standard wavelength of a semiconductor laser 10 and the wavelength of the oscillating luminous flux of the semiconductor laser 10 changes to be lengthened, the emitted luminous flux from the collimator lens 11 becomes a loose divergent beam, in this case, by excessively compensating the chromatic aberration of an objective lens 12, this divergent beam is converged so that the image forming point on the information recording surface 14a of an optical disk 14 is not changed.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-311337

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 13/00

13/18

G11B 7/135

Z 7247-5D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全13頁)

(21) 出願番号 特願平6-161015

(22) 出願日 平成6年(1994)7月13日

(31) 優先権主張番号 特願平6-53776

(32) 優先日 平6(1994)3月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 丸山 晃一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 上窪 淳二

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

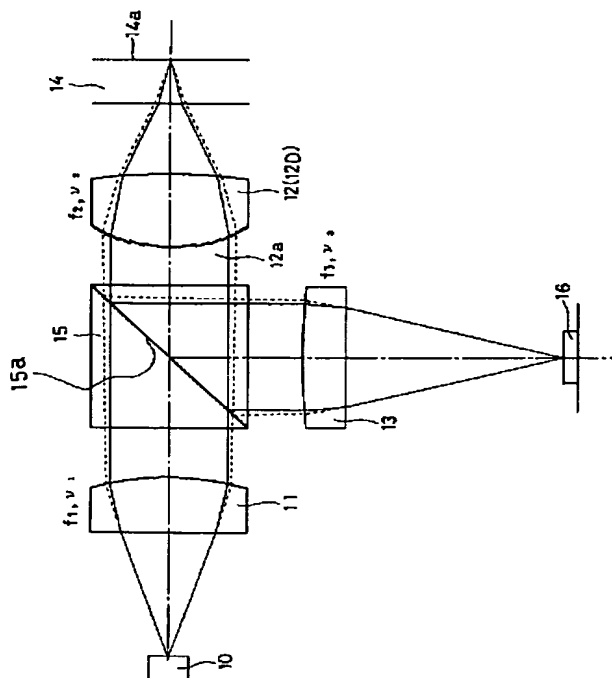
(74) 代理人 弁理士 三浦 邦夫

(54) 【発明の名称】 光情報記録再生装置

(57) 【要約】

【目的】 レーザ光源と；このレーザ光源の発散光を平行光とする正のパワーを持つコリメートレンズと；このコリメートレンズから出た平行光を、情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズと；を備えた光情報記録再生装置において、色収差補正を簡単に行なうことができる光学系を得ること。

【構成】 コリメートレンズを単レンズから構成し、対物レンズに、このコリメートレンズとの合成色収差が打ち消されるように、波長の増大につれて焦点距離が短くなるように色収差補正を施した光情報記録再生装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源と；このレーザ光源の発散光を平行光とする正のパワーを持つコリメートレンズと；このコリメートレンズから出た平行光を、情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズと；を備えた光情報記録再生装置において、

上記コリメートレンズは単レンズからなっていること、及び、

上記対物レンズは、単レンズからなる上記コリメートレンズとの合成色収差が打ち消されるように、該対物レンズ系単独で、波長の増大につれてバックフォーカスが短くなるように色収差補正されていること；を特徴とする光情報記録再生装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、コリメートレンズと対物レンズの間には、情報記録面への入射光路と情報記録面からの反射光路とを分離する分離素子が配設され、この分離光路上に、反射光を受光素子上に結像する、単レンズからなる集光レンズが設けられている光情報記録再生装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、対物レンズは、少なくとも一面が、光軸から離れるに従ってレンズ厚が厚くなる方向へ離散的にシフトする輪帯として階段状に形成された回折レンズ面からなる単レンズからなっている光情報記録再生装置。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 において、コリメートレンズの焦点距離とアッペ数をそれぞれ f_1 と v_1 、集光レンズの焦点距離とアッペ数をそれぞれ f_3 と v_3 としたとき、

$$(1) f_1 < f_3$$

$$(2) v_1 > v_3$$

を満足する光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、光学的に情報を記録再生する装置に関し、特にその光学系の色収差補正に関する。

【0002】

【従来技術およびその問題点】 光記録再生光学系は、レーザ光源からの発散光を、正のパワーを持つコリメートレンズにより平行光とし、この平行光を対物レンズにより記録ディスクの情報記録面に集光させる基本構成を有する。情報記録面での反射光は、再び対物レンズを通過した後、光束分離手段を介して入射系と分離され受光素子に入射する。受光素子は、入射反射光からフォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号、データ信号等を検出する。通常、レーザ光源としては変調が容易でコストの安い半導体レーザが使われている。しかし、半導体レーザには出力パワーを変化させるとモードホップ現象によってその発振波長が変化するという特性があり、記録動作時と読出動作時でパワーを変化させると、発振波長が変化してしまう。

【0003】 このため、発振波長が変化しても情報記録面でのフォーカスずれが生じないように、色収差補正を施す必要がある。このため従来、コリメートレンズと対物レンズの双方に色補正を施していた。しかし、双方に色補正を施すのはコストが高く、かつレンズが大型化する。

【0004】 特開昭 62-269922 号公報は、対物レンズを単レンズとして軽量化し、対物レンズで発生する色収差をコリメートレンズで補正するという着想を提案している。しかし、この種の光学系では、対物レンズのパワーはコリメートレンズのその 3 倍程度あり、コリメートレンズ部で対物レンズの色収差補正をさせようとすると、コリメートレンズの僅かな光軸の傾きやシフトが、大きい倍率色収差を生じさせ、波長変動があったとき、記録面でのスポットの位置ずれが生じるという問題がある。このため、コリメートレンズの位置調整作業が困難になる。

【0005】 また、コリメートレンズ射出後の光束が大きな色収差を持っているとコリメートレンズと対物レンズの間に、入射光路と情報記録面からの反射光を分離する分離素子を配設し、分離された光束を集光レンズを介して受光素子に導く光学系では、コリメートレンズ射出後の光束が大きな色収差を持っていると、集光レンズを単レンズで構成した場合には波長変動によってフォーカシングエラー信号自体が変動し、逆に集光レンズをデフォーカス状態に制御してしまうという欠点がある。この欠点を除くためには、集光レンズにも、コリメートレンズと同様の過剰な色収差補正を施さなければならず、コストが高い。

【0006】

【発明の目的】 本発明は、従来装置についての以上の問題意識に基づき、光情報記録再生装置の色収差を簡単な構成で除去することができ、コリメートレンズの光軸の傾きやシフトが情報記録面での大きなスポットの位置ずれにつながらず、また、コリメートレンズと対物レンズの間に、入射光路と情報記録面からの反射光路を分離する分離素子を配設し分離された光束を集光レンズで受光素子に入射させる場合においても、集光レンズに色補正を施す必要のない光情報記録再生装置を得ることを目的とする。

【0007】

【発明の概要】 本発明は、コリメートレンズと対物レンズのうちの対物レンズ側で色収差補正を行なうと、以上の目的を達成できることを見出して完成されたもので、レーザ光源と；このレーザ光源の発散光を平行光とする正のパワーを持つコリメートレンズと；このコリメートレンズから出た平行光を、情報記録媒体の情報記録面に集光させる対物レンズと；を備えた光情報記録再生装置において、コリメートレンズは単レンズからなっていること、及び、対物レンズは、このコリメートレンズとの

10

20

30

40

50

合成色収差が打ち消されるように、該対物レンズ系単独で、波長の増大につれてバックフォーカスが短くなるように色収差補正されていること；を特徴としている。

【0008】コリメートレンズと対物レンズの間に、情報記録面からの反射光を入射光路と分離する分離素子を配設し、この分離光路上に、反射光を受光素子上に結像する集光レンズを設ける場合には、この集光レンズを色収差が残存する単レンズから構成することができる。

【0009】コリメートレンズと集光レンズは、その焦点距離とアッペ数をそれぞれ f_1 と v_1 、 f_3 と v_3 としたとき、

$$(1) f_1 < f_3$$

$$(2) v_1 > v_3$$

の関係を満足することが望ましい。

【0010】

【発明の実施例】以下図示実施例に基づいて本発明を説明する。図1は、本発明による光情報記録再生装置の実施例及び原理を説明する図である。半導体レーザ10から射出されたレーザ光は、コリメートレンズ11によって平行光とされ、ビームスプリッタ（分離素子）15を透過し、対物レンズ12で結像されて、光ディスク14の裏面の情報記録面15aに結像する。情報記録面14aで反射した反射光は、再び対物レンズ12で屈折作用を受け、ビームスプリッタ15の反射面15aで反射して集光レンズ13に至り、集光レンズ13で集光されてフォーカスエラー検出用受光素子16に入射する。データ信号、トラッキングエラー信号は、図示しない光束分割手段により別途設けた光学系中の受光素子で検出されることが多いが、受光素子16で検出系を兼ねる場合もある。受光素子からの電気信号は図示しない演算手段で演算され、フォーカスエラー信号が生成される。フォーカスエラー信号により、対物レンズ12の駆動系にサーボをかけ、フォーカスエラーのない状態でのデータ信号が検出される。以上の基本光学系、対物レンズ12のサーボ機構、受光素子16の具体例等は周知である。

【0011】いま、コリメートレンズ11、対物レンズ12、集光レンズ13の焦点距離とアッペ数をそれぞれ、 f_1 と v_1 、 f_2 と v_2 、 f_3 と v_3 とする。コリメートレンズ11と対物レンズ12の間が平行光であるとする、結像倍率 m は、 $m = f_2 / f_1$ で与えられる。コリメートレンズ11の射出側から平行光を逆に入射させた場合の軸上色収差によるピントずれが Δ であるとする、対物レンズ12に色収差がなければ、対物レンズの結像点のピントずれ量は、ほぼ Δm^2 になる。単レンズの軸上色収差は、およそレンズの焦点距離に比例しアッペ数に反比例するから、これを式で表わすと、次のようになる。コリメートレンズ11と対物レンズ12の色収差は、比例定数を α として、それぞれ、 $\alpha f_1 / v_1$ 、 $\alpha f_2 / v_2$ で与えられる。光束が対物レンズ12を射出するとき、コリメートレンズ11の軸上色収差

が与える色収差は、

$$\alpha (f_1 / v_1) \times m^2$$

$$= \alpha (f_1 / v_1) \times (f_2 / f_1)^2$$

$$= \alpha (f_2)^2 / (v_1 \times f_1)$$

となる。この色収差を、対物レンズ12の色収差（ $= \alpha f_2 / v_2$ ）で打ち消すためには、

$$\alpha f_2 / v_2 = - \alpha (f_2)^2 / (v_1 \times f_1)$$

より

$$f_1 v_1 = - f_2 v_2$$

を満足すればよい。

【0012】コリメートレンズ11と対物レンズ12はともに正レンズであるので、この式は、両者ともにアッペ数が無限大相当（色収差補正状態）か、あるいはどちらか一方のアッペ数が負の状態に相当する場合（過剰色収差補正状態）で色収差を打ち消し合わせたときに、光ディスク14の情報記録面14a上での波長変動によるピントずれが発生しなくなる。

【0013】本発明は、波長変動に起因するフォーカスズレをなくすために、以上の光学系において、コリメートレンズ11を単レンズから構成したこと；及び、対物レンズ12に、単レンズからなるコリメートレンズ11との合成色収差が打ち消されるように、波長の増大につれて単独でのバックフォーカスが短くなるように色収差補正を施したこと；を特徴としている。この構成による利点を説明する。

【0014】対物レンズ12を射出後の光束が、光ディスク14の情報記録面14a上へピントずれなく集光し反射して戻るとすると、対物レンズ12から集光レンズ13に戻る光束は、コリメートレンズ11から対物レンズ12に向かった光束の経路を逆に進む。コリメートレンズ11が半導体レーザ10の基準波長で平行光を射出するように調整してあるとき、半導体レーザ10の発振光束が波長が長くなる方向に変動すると、コリメートレンズ11からの射出光束はゆるい発散光となる。本発明は、対物レンズ12の色収差補正を過剰にすることで、この発散光を集束させ、光ディスク14の情報記録面14a上への結像点が変わらないようにしたものである。

【0015】図2は、コリメートレンズ11による色収差と、対物レンズ12による過剰な色収差補正を模式的に示すものである。単レンズからなるコリメートレンズ11は、波長が基準波長より長くなると焦点距離が長くなり、対物レンズ射出後のバックフォーカス f_b への寄与は、基準波長のときの f_b を0として、波長が基準波長より長くなると f_b を長くし、短くなると f_b を短くする。このコリメートレンズ11との合成色収差をなくすために、対物レンズ12は、波長が長くなるとバックフォーカスが短くなるように、過剰な色収差補正を施すのである。

【0016】一方、対物レンズ12がこのように過剰に補正された色収差を持っていたとしても、光ディスク14の情

報記録面14a上でピントずれがない限り、フォーカスエラー信号に影響が出ないようにしなければならない。集光レンズ13は、対物レンズ12との合成光学系で色収差が補正される必要があるが、対物レンズ12が前述のように過剰に補正された色収差を持つため、集光レンズ13もコリメートレンズ11と同様に、色収差が残存する単レンズから構成できる。対物レンズ12はコリメートレンズ11に合わせて色収差を設定してあるため、集光レンズ13の色収差はコリメートレンズとの関係で議論できる。

【0017】集光レンズ13が対物レンズ12との合成光学系により、情報記録面14a上にフォーカシング用のスポットを形成するとすると、集光レンズ13を射出するときの光束に、コリメートレンズ11の軸上色収差が与える色収差は、

$$\begin{aligned} & -\alpha(f_1/v_1) \times m^2 \\ & = -\alpha(f_1/v_1) \times (f_3/f_1)^2 \\ & = \alpha(f_3)^2 / (v_1 \times f_1) \end{aligned}$$

である。この色収差を、集光レンズ13の色収差で打ち消すためには、

$$\alpha f_3/v_3 = \alpha(f_3)^2 / (v_1 \times f_1)$$

$$f_1 v_1 = f_3 v_3$$

を満足すればよい。

【0018】よって、コリメートレンズ11と集光レンズ13は、ともに単レンズから構成するとき、

$$f_1 v_1 = f_3 v_3 (= -f_2 v_2)$$

の関係を満足するように、焦点距離とアッペ数を選択すれば、光ディスク14の情報記録面14a上でピントが合っているにも拘らず、フォーカスエラー信号が変動すること、及び、その結果、逆に対物レンズ12をそのサーボ系によりデフォーカス状態に制御してしまうことを防ぐことができる。すなわち、フォーカシング検出系が色収差によって誤ったフォーカシング動作を行なうことがない。一般に、光検出器の構成を容易にするために、集光レンズ13の f_3 は、コリメートレンズ11の f_1 より長くすることが多く($f_3 > f_1$)、このため、 v_3 と v_1 の関係は、 $v_1 > v_3$ とすることにより、この条件を満足させることができる。ただし、上記の式は、薄肉レンズとしての近似式である。実際の対物レンズのようにレンズ厚が厚い場合には、上記式が厳密に成立する訳ではない。

【0019】特開昭62-269922号公報は、対物レンズ12の色収差の残る単レンズから構成し、コリメートレンズ11に、対物レンズ12との合成色収差が打ち消されるように、過剰に色収差補正を施した光学系に相当する。しかし、この光学系では、対物レンズ12と集光レンズ13の合成光学系で色収差が補正されるように、集光レンズ13に過剰な色収差補正を施さなければ、光ディスク14の情報記録面14a上でピントが合

っているにも拘らず、フォーカスエラー信号が変動することになる。すなわち、特開昭62-269922号公報では、コリメートレンズ11と集光レンズ13の双方に過剰色収差補正を施す必要があるのに対し、本発明によれば、過剰色収差補正を施すのは対物レンズ12のみでよく、コストを低減することができる。

【0020】また、分離素子を半導体レーザ10とコリメートレンズ11との間に配設する場合においても、コリメートレンズ11で過剰な色補正をしておく、と、波長変動があったときコリメートレンズの僅かな光軸の傾きやシフトが、大きい倍率色収差を生じさせ、その結果、記録面でのスポットの位置ずれが生じる。これに対し、本願発明のように対物レンズ12で過剰な色収差補正を施すと、このような問題がない。つまり、コリメートレンズ11の位置調整作業が容易になる。

【0021】図1の実施例では、単レンズからなる対物レンズ12に、図2に模式的に示すような特性の過剰な色収差補正を与えるため、そのレンズ面に、ステップ状の同心状の多数の微小段差を有する回折レンズ面12aを設け、回折効果によって色収差を補正する例を示している。この回折型色収差補正単レンズ12Dは、本出願人が特願平4-340562号で提案しているもので、回折レンズ面12aは、図3に示すように、円形の中心入射面ccの外側に、順次多数の輪帯状入射面rcが設けられている。中心入射面ccと輪帯状入射面rc、及び隣り合う輪帯状入射面rcの光軸方向の段差tは、基準波長の光に対しては、各面で入射した光に位相差を与えることがなく、一方、基準波長からずれた光に対しては、その波長のずれに応じた位相差を与えて、発散性あるいは収束性を持たせる作用を持つ。すなわち、基準波長より波長の短い光に対しては、図2に従い、波長が短くなるに従ってより大きい発散性を与え、逆に基準波長より波長の長い光に対しては、波長が長くなるに従ってより大きい収束性を与える。この作用を得るため、各輪帯状入射面は、光軸Oからの距離が大きくなるに従ってレンズ厚が厚くなる方向に離散的にシフトされている。

【0022】具体的には、対物レンズ12を構成する硝材の屈折率をn、1輪帯ごとの光軸方向へのシフト量(段差)をt、基準波長を λ としたとき、

$$0.8 \leq t(n-1)/\lambda \leq 1.0$$

を満足することが好ましい。

【0023】さらに、輪帯のピッチは、光軸からの高さ(距離)の2乗にほぼ反比例させて離散的にシフトさせることができる。

【0024】対物レンズ12の色収差補正を過剰にするには、以上の回折レンズによる他、対物レンズとは離れた位置に、回折色収差補正素子等の分離型過剰色収差補正素子を配設し、あるいは分離型接合レンズ型色収差補正素子を用いることができる。勿論、ガラスの組み合わせレンズで過剰に色収差を補正することも可能である

が、対物レンズの重量が増え過ぎ、光学系の小型化が困難になるため、好ましくない。なお、半導体レーザー 10 は、温度変化によって、30 nm 程度発振波長変化を起こすので、この程度の波長変動を考慮した波長帯域で、設計することが望ましい。

【0025】以下具体的な数値実施例について本発明を説明する。以下の実施例 1 ないし 4 はいずれも、半導体レーザー 10 の発振基準波長は 780 nm、コリメートレンズ 11 の前方、半導体レーザー 10 との間には、平行平板からなるカバーガラス 11c が挿入されている。表中、f は焦点距離、 r_i はレンズ各面の曲率半径、 d_i はレンズ厚もしくはレンズ間隔、N は d 線の屈折率、 ν は d 線のアッペ数を示す。コリメートレンズ 11 と対物レンズ 12 (回折型色収差補正単レンズ 12D) の間には、ミラー 17 が位置している。この種の光情報記録再生装置は、ミラー 17 と対物レンズ 12 (回折型色収差補正単レンズ 12D) が、光ディスク 14 の径方向に移動するキャリッジに搭載される。

【0026】【実施例 1】対物レンズ 12 として、回折

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1 | ∞ | 0.25 |
| 2 | ∞ | |
| 3* | 13.337 | 2.00 |
| 4* | -4.441 | |

* は非球面

NO.3 : $K=0.0$, $A4=0.0$, $A6=0.77473 \times 10^{-6}$, $A8=0.97834 \times 10^{-7}$, $A10=0.0$

NO.4 : $K=-0.7840$, $A4=0.26953 \times 10^{-6}$, $A6=0.54087 \times 10^{-6}$, $A8=0.41566 \times 10^{-7}$

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1** | - | 1.50 |
| 2* | -6.262 | 1.42 |
| 3 | ∞ | 1.2 |
| 4 | ∞ | - |

** は回折レンズ面

回折レンズ面の面形状データ

$\Delta t = -0.00153$

$r(m) = 1.864 + 0.00052 \times m$

$K = -0.550$

$A4 = 0.585707 \times 10^{-6}$

$A6(m) = (7.89966 - 0.0350 \times m) \times 10^{-6}$

$A8 = 0.603374 \times 10^{-6}$

$A10(m) = (-4.60775 + 0.0104 \times m) \times 10^{-6}$

型色収差補正単レンズ 12D を用いた実施例である。回折レンズ面 12a の面形状は、回折レンズ面 12a と光軸 O との交点を原点とし、光軸を X 軸とする直交座標系において、原点を含む YZ 平面と、輪帯の第 m ステップ ($m=0, 1, 2, \dots$, 光軸上: 0) 上の点との距離を $\Delta X(m)$ とすると、

$$\Delta X(m) = t \times m + X(m)$$

で表わされる。ここで、t は、隣り合う輪帯の段の高さ、X(m) は、非球面形状を表わす式

$$X = cH^2 / \{1 + [1 - (1+K)c^2H^2]^{1/2}\} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + \dots$$

において、r 及び非球面係数 A_i が m に依存するような量とする。

【0027】この実施例の各レンズのデータを表 1 ないし表 3 に示す。

【表 1】コリメートレンズ 11 のデータ (カバーガラス 11c を含む)

$f = 8.00 \text{ mm}$

半導体レーザー 10 の発光点から 3 面迄の距離; 7.00 mm

| N | ν |
|---------|---------------|
| 1.51072 | 64.1 (カバーガラス) |
| - | - |
| 1.43107 | 95.0 |
| - | - |

$A10 = 0.93681 \times 10^{-8}$

【0028】

【表 2】回折型色収差補正単レンズ 12D のデータ

$f = 3.00 \text{ mm}$

| N | ν |
|---------|-----------------|
| 1.51072 | 64.1 |
| - | - |
| 1.57346 | -(光ディスクの記録面保護層) |
| - | - |

9

10

| | m |
|--------------------------|----|
| $0.0 \leq H < 0.2708$ | 0 |
| $0.2708 \leq H < 0.4680$ | 1 |
| $0.4680 \leq H < 0.6029$ | 2 |
| $0.6029 \leq H < 0.7117$ | 3 |
| $0.7117 \leq H < 0.8053$ | 4 |
| $0.8053 \leq H < 0.8883$ | 5 |
| $0.8883 \leq H < 0.9636$ | 6 |
| $0.9636 \leq H < 1.0329$ | 7 |
| $1.0329 \leq H < 1.0973$ | 8 |
| $1.0973 \leq H < 1.1577$ | 9 |
| $1.1577 \leq H < 1.2146$ | 10 |
| $1.2146 \leq H < 1.2685$ | 11 |
| $1.2685 \leq H < 1.3199$ | 12 |
| $1.3199 \leq H < 1.3690$ | 13 |
| $1.3690 \leq H < 1.4160$ | 14 |
| $1.4160 \leq H < 1.4612$ | 15 |
| $1.4612 \leq H < 1.5047$ | 16 |
| $1.5047 \leq H < 1.5467$ | 17 |
| $1.5467 \leq H < 1.5873$ | 18 |
| $1.5873 \leq H < 1.6266$ | 19 |
| $1.6266 \leq H < 1.6648$ | 20 |
| $1.6648 \leq H < 1.7018$ | 21 |
| $1.7018 \leq H < 1.7378$ | 22 |
| $1.7378 \leq H < 1.7728$ | 23 |
| $1.7728 \leq H < 1.8070$ | 24 |

* は非球面

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1 | 14.095 | 2.00 |
| 2 | ∞ | |

【0030】図5の曲線Aは、実施例1における、コリメートレンズ11と回折型色収差補正単レンズ12Dのトータルな情報記録面14a上の軸上色収差を示し、同Bは、コリメートレンズ11、対物レンズ12及び集光レンズ13の残留色収差を、情報記録面14aで反射して集光レンズ13を射出したときのフォーカスエラー信号に換算した軸上色収差を示している。このように、基準波長780nmからの波長変動があった場合にも、軸上色収差及びフォーカスエラー信号の変動は非常に小さく抑えられている。一方、図6のB'は、実施例の集光レンズ13を、同一のf、同一のnであって、 ν が大きい($\nu=55.5$)レンズに置き換えた場合のBに対応する軸上色収差をさらに示している。このように、集光レンズ13とコリメートレンズ11の ν の大小関係を変

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1 | ∞ | 0.25 |
| 2 | ∞ | |
| 3* | 21.884 | 2.25 |
| 4* | -5.285 | |

* は非球面

NO.2 : $K=0.0$, $A4=0.16787 \times 10^{-3}$, $A6=-0.29578 \times 10^{-4}$, $A8=0.12030 \times 10^{-5}$
 $A10=0.27705 \times 10^{-6}$
 【0029】
 【表3】集光レンズ13のデータ
 $f=20.88\text{mm}$

えると、このように、ピントが合っているにも拘らず、フォーカスエラー信号が変動するという状態が生じるため、好ましくない。

【0031】【実施例2】実施例1と同様に、対物レンズ12として、回折型色収差補正単レンズ12Dを用いた実施例である。図8は実施例2における図5に対応する軸上色収差図である。表4ないし6に各レンズのデータを示す。

【0032】

40 【表4】コリメートレンズ11のデータ (カバーガラス11cを含む)

$f=9.00\text{mm}$

半導体レーザ10の発光点から3面迄の距離; 7.83mm

| N | ν |
|---------|------------------|
| 1.51072 | 64.1 (カハ' - ガラス) |
| - | - |
| 1.48617 | 57.4 |
| - | - |

50 NO.3 : $K=0.0$, $A4=0.0$, $A6=0.45610 \times 10^{-5}$, $A8=-0.94$

11

12

040 $\times 10^{-8}$ 、A10=0.0NO.4 : K=-0.5900、A4=0.22838 $\times 10^{-5}$ 、A6=0.25090 $\times 10^{-6}$ 、A8=0.11297 $\times 10^{-7}$

A10=0.0

【 0 0 3 3 】

【表 5】回折型色収差補正単レンズ 1 2 D のデータ
f = 3. 0 0 mm

| 面 No. | r | d | | ν |
|-------|----------|------|---------|------------------|
| 1** | - | 1.80 | 1.66089 | 55.4 |
| 2* | -14.063 | 1.26 | - | - |
| 3 | ∞ | 1.2 | 1.57346 | -(光デイスの 記録面保護層) |
| 4 | ∞ | - | - | - |

** は回折レンズ面

回折レンズ面の面形状データ

 $\Delta t = -0.00118$ r (m) = 2.191 + 0.00047 $\times m$

K = -0.588

A4 = 0.14279 $\times 10^{-4}$ 、A6 (m) = (5.9575 - 0.0481 $\times m$) $\times 10^{-5}$ A8 = 0.150424 $\times 10^{-6}$ A10 (m) = (-3.0485 + 0.0081 $\times m$) $\times 10^{-5}$ 10 NO.2 : K=0.0、A4=0.88505 $\times 10^{-4}$ 、A6=-0.17184 $\times 10^{-4}$ 、A8=-0.39958 $\times 10^{-5}$ A10=0.12653 $\times 10^{-6}$

【 0 0 3 4 】

【表 6】集光レンズ 1 3 のデータ

f = 1 6. 3 6 mm

| | |
|----------------------------|----|
| 0.0 $\leq H < 0.25509$ | 0 |
| 0.25509 $\leq H < 0.44113$ | 1 |
| 0.44113 $\leq H < 0.56862$ | 2 |
| 0.56862 $\leq H < 0.67177$ | 3 |
| 0.67177 $\leq H < 0.76056$ | 4 |
| 0.76056 $\leq H < 0.83957$ | 5 |
| 0.83957 $\leq H < 0.91135$ | 6 |
| 0.91135 $\leq H < 0.97750$ | 7 |
| 0.97750 $\leq H < 1.03910$ | 8 |
| 1.03910 $\leq H < 1.09693$ | 9 |
| 1.09693 $\leq H < 1.15156$ | 10 |
| 1.15156 $\leq H < 1.20343$ | 11 |
| 1.20343 $\leq H < 1.25289$ | 12 |
| 1.25289 $\leq H < 1.30021$ | 13 |
| 1.30021 $\leq H < 1.34563$ | 14 |
| 1.34563 $\leq H < 1.38934$ | 15 |
| 1.38934 $\leq H < 1.43149$ | 16 |
| 1.43149 $\leq H < 1.47223$ | 17 |
| 1.47223 $\leq H < 1.51167$ | 18 |
| 1.51167 $\leq H < 1.54991$ | 19 |
| 1.54991 $\leq H < 1.58704$ | 20 |
| 1.58704 $\leq H < 1.62315$ | 21 |
| 1.62315 $\leq H < 1.65829$ | 22 |
| 1.65829 $\leq H < 1.69254$ | 23 |
| 1.69254 $\leq H < 1.72595$ | 24 |
| 1.72595 $\leq H < 1.75857$ | 25 |
| 1.75857 $\leq H < 1.79045$ | 26 |
| 1.79045 $\leq H < 1.82162$ | 27 |

* は非球面

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|--------|------|---------|-------|
| 1 | 11.200 | 2.00 | 1.68443 | 30.1 |

【0035】【実施例3】この実施例は、対物レンズ12としては色収差補正がされない単レンズを用い、ビームスプリッタ15とミラー17の間に、分離型回折色補正素子18を挿入したものである。対物レンズ12と分離型回折色補正素子18が、コリメートレンズ11で発生する色収差を過剰に補正する。別言すると、分離型回折色補正素子18は、コリメートレンズ11と対物レンズ12で発生する色収差を補正する。分離型回折色補正素子18は、回折型色収差補正単レンズ12Dの回折レンズ面12aの輪帯曲面を平面に置き換えた素子に相当する。すなわち、基準波長の光に対しては、各輪帯面に入射した光に位相差を与えることがなく、一方、基準波

長より波長の短い光に対しては、波長が短くなるに従ってより大きい発散性を与え、逆に基準波長より波長の長い光に対しては、波長が長くなるに従ってより大きい収束性を与える。図10は、実施例3における図5、図8に対応する軸上色収差図である。この実施例の各レンズ及び素子のデータを表7ないし10に示す。

【0036】

【表7】コリメートレンズ11のデータ（カバーガラス11cを含む）

$f = 11.00 \text{ mm}$

半導体レーザ10の発光点から3面迄の距離；9.53 mm

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|----------|------|---------|---------------|
| 1 | ∞ | 0.25 | 1.51072 | 64.1 (カバーガラス) |
| 2 | ∞ | | - | - |
| 3* | 32.851 | 2.75 | 1.51072 | 64.1 |
| 4* | -6.585 | | - | - |

*は非球面

NO.3 : $K=0.0$, $A4=0.0$, $A6=0.12110 \times 10^{-6}$, $A8=-0.20102 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$

NO.4 : $K=-0.5300$, $A4=0.12223 \times 10^{-6}$, $A6=0.70623 \times$

10^{-7} , $A8=0.16748 \times 10^{-8}$

$A10=0.0$

【0037】

【表8】分離型回折型色収差補正素子18のデータ

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|----------|------|---------|-------|
| 1** | ∞ | 1.00 | 1.51072 | 64.1 |
| 2 | ∞ | | | |

**は回折面

回折面の面形状データ

$\Delta t = -0.00153$

15

16

| | m |
|---------|-----------------------|
| 0.0 | $\leq H < 0.27877$ 0 |
| 0.27877 | $\leq H < 0.48179$ 1 |
| 0.48179 | $\leq H < 0.62065$ 2 |
| 0.62065 | $\leq H < 0.73281$ 3 |
| 0.73281 | $\leq H < 0.82918$ 4 |
| 0.82918 | $\leq H < 0.91480$ 5 |
| 0.91480 | $\leq H < 0.99246$ 6 |
| 0.99246 | $\leq H < 1.06392$ 7 |
| 1.06392 | $\leq H < 1.13037$ 8 |
| 1.13037 | $\leq H < 1.19266$ 9 |
| 1.19266 | $\leq H < 1.25141$ 10 |
| 1.25141 | $\leq H < 1.30712$ 11 |
| 1.30712 | $\leq H < 1.36017$ 12 |
| 1.36017 | $\leq H < 1.41086$ 13 |
| 1.41086 | $\leq H < 1.45946$ 14 |
| 1.45946 | $\leq H < 1.50616$ 15 |
| 1.50616 | $\leq H < 1.55115$ 16 |
| 1.55115 | $\leq H < 1.59457$ 17 |
| 1.59457 | $\leq H < 1.63657$ 18 |
| 1.63657 | $\leq H < 1.67724$ 19 |
| 1.67724 | $\leq H < 1.71669$ 20 |
| 1.71669 | $\leq H < 1.75502$ 21 |
| 1.75502 | $\leq H < 1.79228$ 22 |
| 1.79228 | $\leq H < 1.82856$ 23 |

【表 9】対物レンズ 12 のデータ

f = 3. 0 0 mm

【 0 0 3 8 】

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|----------|------|---------|------------------|
| 1* | 2.094 | 1.80 | 1.61139 | 63.4 |
| 2* | -9.959 | 1.26 | - | - |
| 3 | ∞ | 1.20 | 1.57346 | -(光ディスクの記録面保護層) |
| 4 | ∞ | - | - | - |

* は非球面

NO.1 : K=-0.642, A4=0.22410 $\times 10^{-4}$ 、A6=0.16361 $\times 10^{-6}$ 、A8=0.32969 $\times 10^{-6}$ 、A10=-0.30072 $\times 10^{-6}$ NO.2 : K=0.0, A4=0.12012 $\times 10^{-3}$ 、A6=-0.23399 $\times 10^{-4}$ 、A8=-0.19418 $\times 10^{-6}$ A10=0.93423 $\times 10^{-6}$

【 0 0 3 9 】

【表 10】集光レンズ 13 のデータ

f = 2 3. 2 3 mm

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|----------|------|---------|-------|
| 1 | 18.250 | 2.00 | 1.79117 | 39.6 |
| 2 | ∞ | | | |

【 0 0 4 0 】 【実施例 4】 この実施例は、対物レンズ 12 としては色収差補正がされない単レンズを用い、ビームスプリッタ 15 とミラー 17 の間に、分離型接合レンズ型色補正素子 19 を挿入したものである。分離型接合レンズ型色補正素子 19 は、負レンズ 19 a、正レンズ 19 b、及び負レンズ 19 c を接合した素子であり、分離型回折色補正素子 18 と同様の過剰な色収差補正作用を営む。図 12 は、実施例 4 における図 5、図 8、図 1

40 0 に対応する軸上色収差図である。この実施例の各レンズ及び素子のデータを表 11 ないし 14 に示す。

【 0 0 4 1 】

【表 11】コリメートレンズ 11 のデータ (カバーガラス 11 c を含む)

f = 8. 0 0 mm

半導体レーザ 10 の発光点から 3 面迄の距離 ; 7. 0 0 mm

| 面 No. | r | d | N | ν |
|-------|----------|------|---------|---------------|
| 1 | ∞ | 0.25 | 1.51072 | 64.1 (カバーガラス) |
| 2 | ∞ | | - | - |

17

| | | |
|----|--------|------|
| 3* | 13.337 | 2.00 |
| 4* | -4.441 | |

*は非球面

NO.3 : $K=0.0$, $A4=0.0$, $A6=0.77473 \times 10^{-6}$, $A8=0.97834 \times 10^{-7}$, $A10=0.0$

NO.4 : $K=-0.7840$, $A4=0.26953 \times 10^{-5}$, $A6=0.54087 \times$

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1 | ∞ | 0.80 |
| 2 | 4.095 | 2.00 |
| 3 | -4.095 | 0.80 |
| 4 | ∞ | |

【0043】

【表13】対物レンズ12のデータ

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1* | 1.864 | 1.50 |
| 2* | -6.262 | 1.42 |
| 3 | ∞ | 1.20 |
| 4 | ∞ | - |

*は非球面

NO.1 : $K=-0.550$, $A4=0.58571 \times 10^{-5}$, $A6=0.78997 \times 10^{-6}$, $A8=0.60337 \times 10^{-6}$, $A10=-0.46078 \times 10^{-6}$

NO.2 : $K=0.0$, $A4=0.16787 \times 10^{-3}$, $A6=-0.29578 \times 10^{-4}$, $A8=0.12030 \times 10^{-5}$

| 面 No. | r | d |
|-------|----------|------|
| 1 | 14.095 | 2.00 |
| 2 | ∞ | |

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光情報記録再生装置の色収差を簡単な構成で除去することができ、コリメートレンズの光軸の傾きやシフトが情報記録面での大きなスポットの位置ずれにつながらず、また、コリメートレンズと対物レンズの間に、入射光路と情報記録面からの反射光路を分離する分離素子を配設し分離された光束を集光レンズで受光素子に入射させる場合においても、集光レンズに色補正を施す必要のない光情報記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光情報記録再生装置の原理及び実施例を示す光学系の模式図である。

【図2】同コリメートレンズの色収差と、対物レンズの色収差補正の関係を示すグラフ図である。

【図3】回折型の色収差補正単レンズの模式拡大断面図である。

【図4】本発明による光情報記録再生装置の具体的な光学系の第1の実施例を示す光学構成図である。

【図5】図4の光学系の光ディスク上での軸上色収差と、集光レンズを射出した光束の残留色収差をフォーカスエラー信号に換算した軸上色収差を示すグラフ図である。

【図6】同集光レンズとして異なるアッペ数のレンズを

18

| | |
|---------|------|
| 1.43107 | 95.0 |
|---------|------|

-

 10^{-6} , $A8=0.41566 \times 10^{-7}$
 $A10=0.93681 \times 10^{-8}$

【0042】

【表12】分離型接合レンズ型色補正素子19のデータ

| N | ν |
|---------|-------|
| 1.73166 | 25.1 |
| 1.73145 | 52.7 |
| 1.73166 | 25.1 |

f = 3.00 mm

 $A10=0.27705 \times 10^{-6}$

【0044】

【表14】集光レンズ13のデータ

f = 20.88 mm

| N | ν |
|---------|-------|
| 1.67496 | 31.1 |

用いた場合に、集光レンズを射出した光束の残留色収差をフォーカスエラー信号に換算した軸上色収差を示すグラフ図である。

【図7】本発明による光情報記録再生装置の具体的な光学系の第2の実施例を示す光学構成図である。

【図8】図7の光学系の軸上色収差を示す図5に対応するグラフ図である。

【図9】本発明による光情報記録再生装置の具体的な光学系の第3の実施例を示す光学構成図である。

【図10】図9の光学系の軸上色収差を示す図5に対応するグラフ図である。

【図11】本発明による光情報記録再生装置の具体的な光学系の第4の実施例を示す光学構成図である。

【図12】図11の光学系の軸上色収差を示す図5に対応するグラフ図である。

【符号の説明】

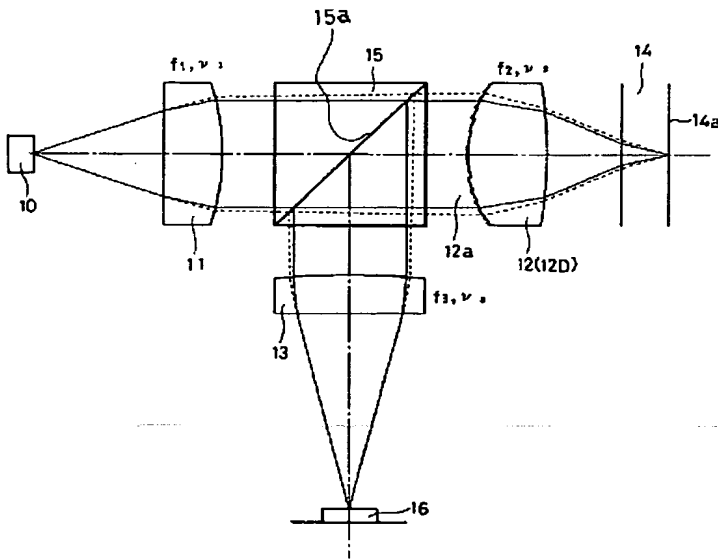
- 10 半導体レーザ
- 11 コリメートレンズ
- 12 対物レンズ
- 12D 回折型色収差補正単レンズ
- 13 集光レンズ
- 14 光ディスク
- 14a 情報記録面
- 15 ビームスプリッタ (分離素子)

1 6 受光素子

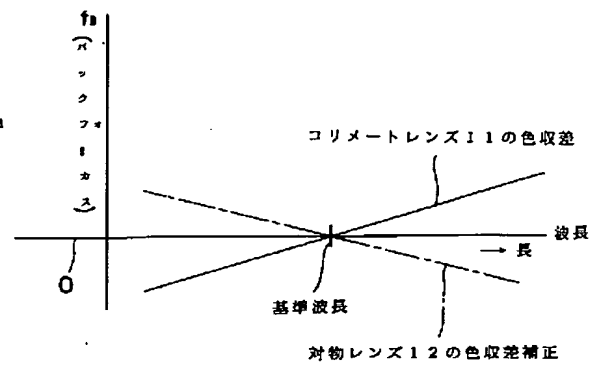
1 9 分離型接合レンズ型色補正素子

1 8 分離型回折色補正素子

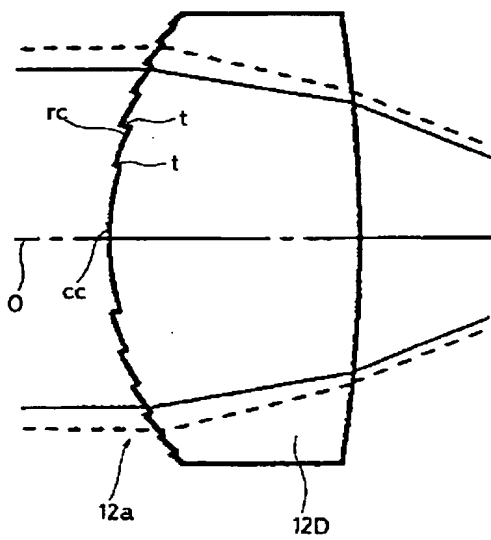
【図 1】



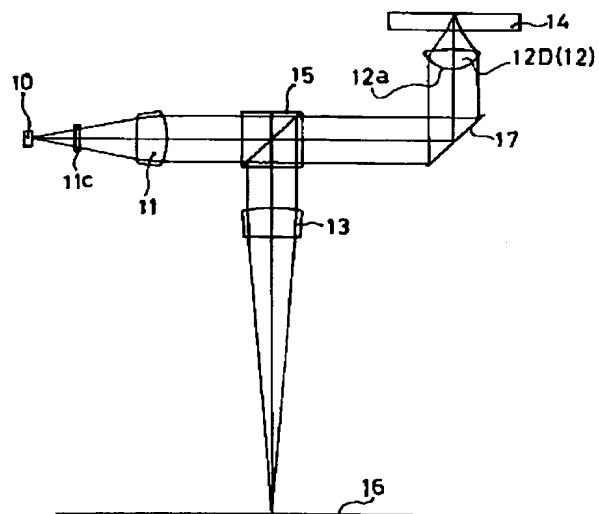
【図 2】



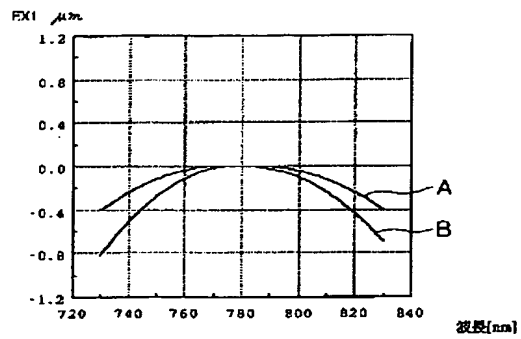
【図 3】



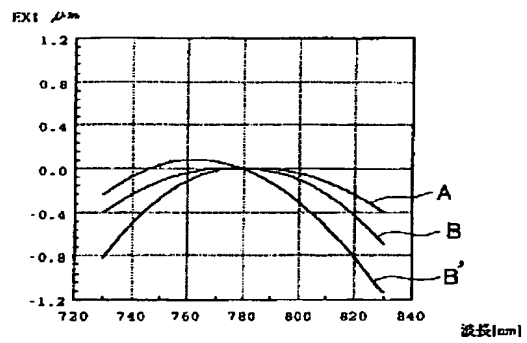
【図 4】



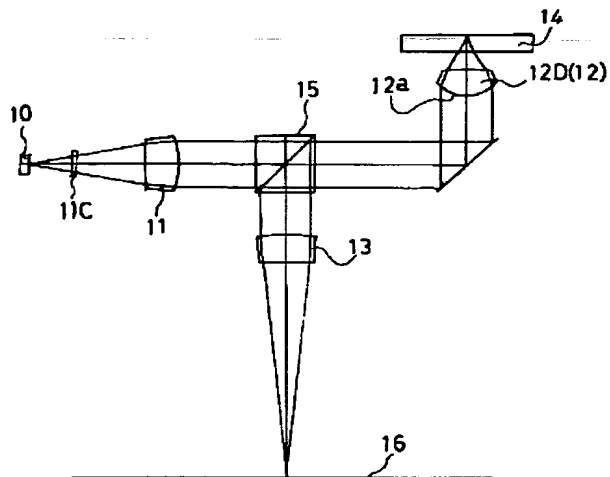
【図 5】



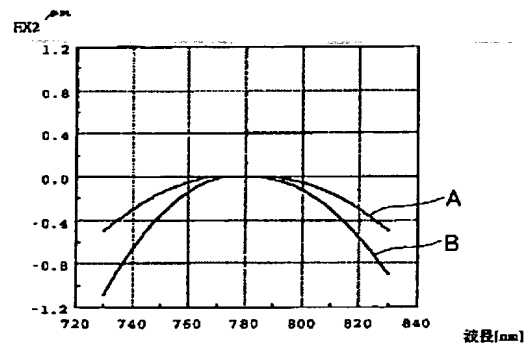
【図 6】



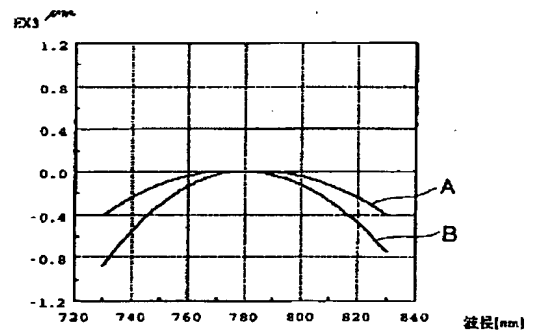
【図 7】



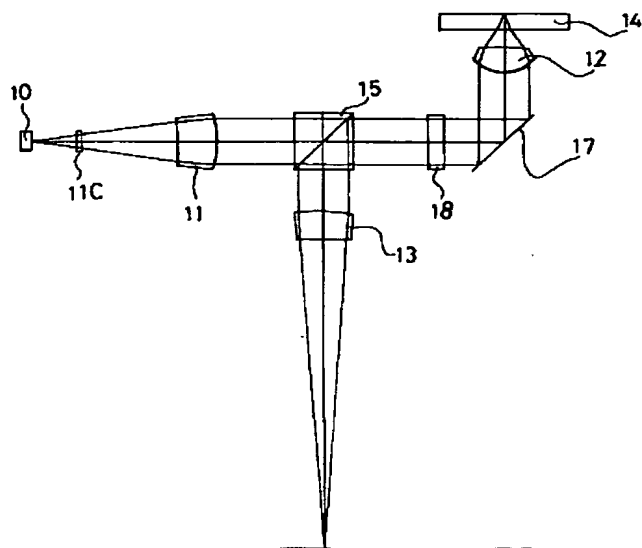
【図 8】



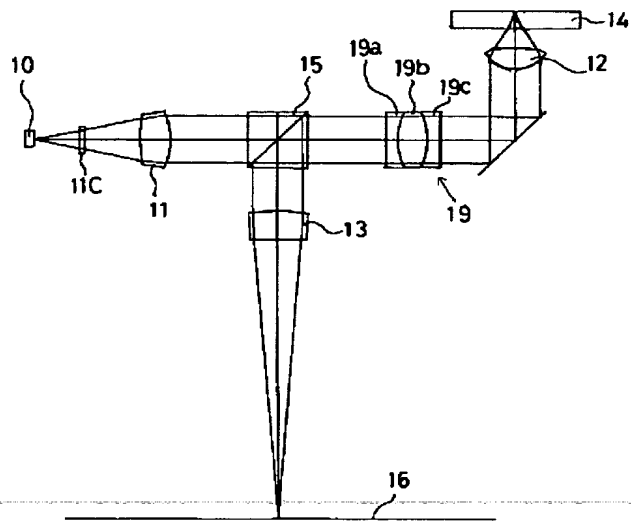
【図 10】



【図 9】



【図 1 1】



【図 1 2】

